

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-188903
(P2001-188903A)

(43) 公開日 平成13年7月10日 (2001.7.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 6 T 5/20		G 0 6 T 5/20	B
H 0 4 N 1/40		H 0 4 N 1/40	1 0 1 F

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-364399(P2000-364399)
(22) 出願日 平成12年11月30日 (2000.11.30)
(31) 優先権主張番号 4 5 4 1 0 0
(32) 優先日 平成11年12月3日 (1999.12.3)
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

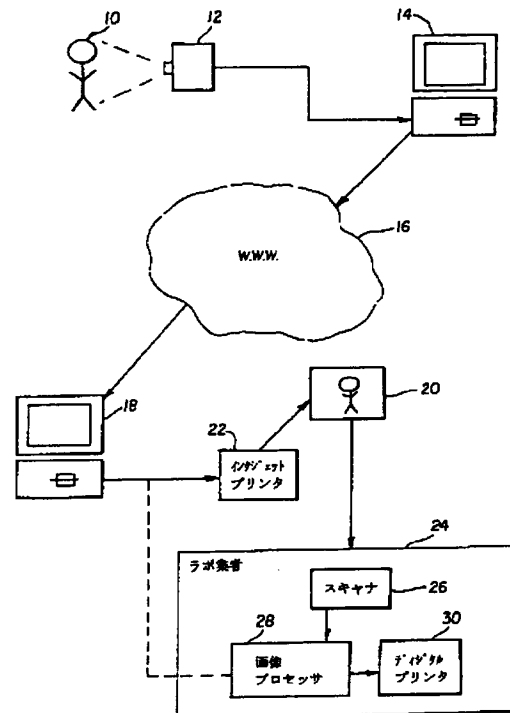
(71) 出願人 590000846
イーストマン コダック カンパニー
アメリカ合衆国, ニューヨーク14650, ロ
チェスター, ステイト ストリート343
(72) 発明者 クリス ダブリュ ホンシンガー
アメリカ合衆国 ニューヨーク 14580
ウェブスター ヴォスバーグ・ロード
509
(72) 発明者 ジョン イー コーフマン
アメリカ合衆国 ニューヨーク 14622
ロチェスター ホフマン・ロード 249
(74) 代理人 100070150
弁理士 伊東 忠彦 (外1名)

(54) 【発明の名称】 埋め込まれた搬送波を使用して鮮明化データを記憶する方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、画像が表示されるときに最適レベルの鮮明化が画像に適用され得るよう、中間処理段階の M T F によって画像がどれだけ劣化されたか及び／又は鮮明化されたかを知る方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明によるデジタル画像処理方法は、デジタル画像にデルタ関数を埋め込む段階と、画像をぼれさせる変調用変成機能 (M T F) を有する中間処理段階をデジタル画像に受けさせる段階と、処理されたデジタル画像からデルタ関数を引き出す段階と、取り出されたデルタ関数から M T F を推定する段階とを有する。実質的に M T F の逆である鮮明化フィルタを発生し、改善された画像を生成させるためにぼれた画像に鮮明化フィルタを適用することでぼれは、画像から除去される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 a) デジタル画像にデルタ関数を埋め込む段階と、

b) 上記画像をぼれさせる変調用変成機能 (MTF) を有する中間処理段階を上記デジタル画像に受けさせる段階と、

c) 上記処理されたデジタル画像から上記デルタ関数を引き出す段階と、

d) 取り出された上記デルタ関数から上記 MTF を推定する段階とを有するデジタル画像処理方法。

【請求項 2】 e) 実質的に上記 MTF の逆である鮮明化フィルタを発生する段階と、

f) 改善された画像を生成するために上記ぼれた画像に上記鮮明化フィルタを適用する段階とを更に有する請求項 1 記載のデジタル画像処理方法。

【請求項 3】 上記デルタ関数は、データのブロックにおいて引き出され、取り出された上記デルタ関数から上記 MTF を推定する段階は、

a) 上記デルタ関数を含む上記ブロックにおいてデータの域を選択する段階と、

b) 残留する上記ブロックをゼロに設定する段階と、

c) 上記選択された域の上記フーリエ振幅を計算する段階とを有する請求項 1 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像処理の分野、特に、画像の向上及びより特定のには画像を鮮明化させることに一般的に関する。

【0002】

【従来の技術】画像が印刷及び再走査のような中間処理段階を受けるとき、画像の質が下げられ、即ち、中間処理段階の制限された変調用変成機能 (MTF) により画像の鮮明度が劣化される。画像が中間処理段階によって劣化されるため或いは画像が特定の媒体上で表示されるよう最適化するために画像の出現を改善するよう画像に鮮明化フィルタを適用することが既知である。例えば、インターネット上で送信されるデジタル画像は、CRT 上で表示するために所定量の鮮明化を適用して最適化される。鮮明化された画像がその後印刷され再走査される場合、画像の出現を改善するよう画像に対して鮮明化を更に適用することが可能である。しかしながら、画像が過剰に鮮明化された場合、画像の質は更に減少され得る。このため、これまでの処理が知られていないデジタル画像は、表示される前に所定量で自動的に鮮明化され得ない。オペレータは、異なる量の鮮明化による影響を見て画像の質を減少させること無く最も改善させる量を選択することが一般的に要求される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従って、表示される前にデジタル画像を鮮明化する改善された方法が必要で

あり、従って、表示されるときに最適レベルの鮮明化が画像に適用され得るよう、中間処理段階の MTF によって画像がどれだけ劣化されたか及び／又は鮮明化されたかを知ることが可能となる。

【0004】

【課題を解決するための手段】この問題は、本発明によるデジタル画像処理方法を提供することで解決され、この方法は、デジタル画像中にデルタ関数を埋め込む段階と、画像をぼれさせる変調用変成機能 (MTF) を有する中間処理段階をデジタル画像に受けさせる段階と、処理されたデジタル画像からデルタ関数を引き出す段階と、取り出されたデルタ関数から MTF を推定する段階とを有する。実質的に MTF の逆である鮮明化フィルタを発生し、改善された画像を生成させるためにぼれた画像に鮮明化フィルタを適用することでぼれは、画像から除去される。

【0005】処理方法は、画像を過剰に鮮明化することを回避し表示するために画像に適用される鮮明化の量をオペレータに選択させることを排除する。

【0006】

【発明の実施の形態】図 1 を参照するに、対象物 10 の画像は、人 A によって使用されるカメラ 12 によって捕捉される。カメラ 12 は、デジタル画像を直接生成するタイプの電子カメラでもよい。選択的にカメラは、フィルム画像を生成する従来のデジタル画像でもよく、このフィルム画像は、デジタル画像を生成するのに走査され得る。デジタル画像は、人 A によって動作される第 1 のパーソナルコンピュータ 14 に供給され、人 B によって動作される第 2 のパーソナルコンピュータにワールド・ワイド・ウェブ (World Wide Web) 16 上で送られる。人 B は、第 2 のパーソナルコンピュータ 18 上で画像を拡大し、幾分鮮明化し、個人のインクジェットプリンタ 22 上で印刷物 20 を形成する。人 B は、画像を認め、ハロゲン化銀印刷紙のようなより望ましい出力媒体上で幾つかの複写物を得ることを望む。人 B は、インクジェット印刷物をラボ業者 24 に持っていき、インクジェット印刷物 20 から形成された画像の 8×10 インチの複写物を生成することを願う。ラボ業者は、デジタル画像を生成するためにスキャナ 26 上でインクジェット印刷物を走査し、画像処理コンピュータ 28 中でデジタル画像に画像鮮明化のような追加的な処理を適用し、処理されたデジタル画像をハロゲン化銀写真プリンタ 30 に送る。選択的に人 B は、処理及び印刷といった中間段階をすること無く個人のパーソナルコンピュータ 18 からデジタル画像をラボ業者に直接持っていく又は送ってもよい。

【0007】上述の幾つかの段階は、不完全な MTF によって画像を劣化される及び／又はデジタル画像処理を使用して鮮明化する可能性を有する。人 A による元々の捕捉後に画像に対してどれだけの画像劣化及び／又は

鮮明化が行なわれたかをラボ業者が知る場合、ラボ業者は、ハロゲン化銀プリンタ30上に印刷する前にデジタル画像に適用されるべき鮮明化の最適レベルを計算し得る。

【0008】この情報は、カメラ12による捕捉時又はその直後のパーソナルコンピュータ14のいずれかにおいて元の画像にデルタ関数を埋め込むことで本発明によって供給される。デルタ関数は、例えば、ゼロを基準とした場合に1の大きさを有するスポット（好ましくは1ピクセル）の形である。デルタ関数は、その中に含まれる情報を画像の制限された域上で分散させるために略平坦なフーリエ振幅及びランダム位相を有する搬送波で効果的に畳み込まれ、それによって画像に加えられるとき人間の目に不可視にさせる。

【0009】略平坦なフーリエ振幅及びランダム位相を有するこのような搬送波を構成する方法は、“Method for Generating An Improved Carrier For Use InAn Image Data Embedding Application”なる名称の下Honsinger他によって1997年4月28日に出版された米国特許出願第08/848,112号に示され開示される。搬送波は、フーリエ周波数領域中で設計される。フーリエ領域では、各周波数における搬送波の値は、実数/虚数の対或いは振幅/位相の対のいずれかとして表わされ得る複素数によって特徴付けられる。搬送波の振幅は、各周波数において一定であり、搬送波の位相は、各周波数において0乃至360度の間で均一に分布された任意の数であるようにして搬送波は、フーリエ領域中で設計される。このような搬送波の自己相関は、小さいサイドローブを有するデルタ関数に類似する形状を有する。デルタ関数が1つしかない場合、搬送波自体がデルタ関数を含む搬送波の畳み込みに等しいことに注意するべきである。

【0010】中間処理及び/又は画像鮮明化の各段階は、デルタ関数のエンベロープに影響を与える。画像のこれまでの処理は、デルタ関数を取り出し、中間処理段階の組み合わせられたMTFに等しい処理されたデルタ関数のフーリエ振幅を得ることによって決定され得る。

【0011】図2を参照するに、本発明は以下の段階を含む。第1に、デルタ関数は、画像中に埋め込まれる

(32)。次に、埋め込まれたデルタ関数を有する画像は、鮮明化、印刷、及び、走査のような幾つかの中間処理段階を通じて処理される(34)。デルタ関数は、印刷といった更なる段階の前に、画像から引き出される

(36)。中間処理段階の組み合わせられたMTFは、引き出されたデルタ関数から推定される(38)。組み合わせられたMTFの逆である鮮明化フィルタが発生される(40)。最後に、鮮明化フィルタは、画像を印刷するといった更なる段階の前に処理された画像に適用される(42)。

【0012】本発明の好ましい実施例では、(搬送波と

畳み込まれた単一のデルタ関数に等しい)搬送波は、平坦なフーリエ振幅及びランダム位相の特性を有する任意の数の128×128ブロックである。図3を参照するに、搬送波の128×128ブロック44は、画像を覆うためにデジタル画像46にタイルのように張られる。

【0013】図4を参照するに、デルタ関数48は、画像データの任意の128×128ブロック50を取りこのブロック50を搬送波44と相互に関係付けることで画像から取り出される。取り出されたデータのブロックにおけるデルタ関数の場所は、タイルで張られた搬送波の境界に対する任意のブロック50の場所に依存するが以下の説明においては重要でない。取り出されたデルタ関数は、中間処理段階による劣化を示す。

【0014】図5を参照するに、組み合わせられたMTFは、以下のように取り出されたデルタ関数から決定される。デルタ関数を囲う域が選択され(52)、取り出されたブロック中の残りのピクセルがゼロに設定される。

128×128ピクセルの搬送波を含む好ましい実施例においてデルタ関数を含む域は、一般的にデルタ関数を中心として径が約12ピクセルである。ゼロ及びデルタ関数を含むブロックのフーリエ振幅は、取り出されたデルタ関数を表わすピクセルの128×128ブロックに速いフーリエ変換を適用することで好ましくは計算される(56)。フーリエ振幅は、実数の二乗のフーリエ係数及び虚数の二乗のフーリエ係数の和の平方根である。結果は、中間処理段階の組み合わせられたMTFに等しい。本発明を実施する好ましいモードでは、デルタ関数を囲う域は、デルタ関数を含む域のエッジにおいて約3ピクセルに対してゼロから1に立ち上げる立上げ関数をデルタ関数データに適用することでデルタ関数のエッジが平滑化される(54)。図6は、立上げ関数58、デルタ関数60を含む域、及び、立上げ関数を適用した後の平滑化された域62を示す図である。この処理段階は、MTF推定においてリングングを減少させる効果を有する。

【0015】図7は、典型的なフーリエ振幅のプロット64を示す図である。図8は、ハロゲン化銀プリンタ30(図1参照)上に印刷される前に画像に適用される鮮明化フィルタのための仕様である逆フーリエ振幅のプロット66を示す図である。図8に示すように鮮明化フィルタは、周波数領域中で画像に適用され得る。選択的に図8に示す周波数レスポンスと略同じ周波数レスポンスを有する簡単な鮮明化フィルタは、画像でフィルタを畳み込むことで空間領域中の画像に適用され得る。

【0016】更なる選択肢によると、鮮明化フィルタは、ウィーナー推定技法を使用して得られる。中間処理装置のノイズ特性が既知の場合、ウィーナーフィルタは、MTFの二乗及びノイズの二乗の和でMTFを割算することで周波数領域中で得られ得る。結果となるウィ

10

20

30

40

50

ーナーフィルタは、実質的にMTFの逆であり、鮮明化処理の信号対ノイズ比を最大化する。

【0017】本発明は、中間処理段階のMTFによる画像に対する変化をトラックする目的で画像中に一つのデルタ関数を埋め込み、MTFに基づいて最適鮮明化フィルタを発生することを参照して説明されるが、デジタル署名、すき入れ等のような他の目的のためにデータが画像中に埋め込まれる既知の技法が幾つかある。これらの技法の幾つかは、本発明において使用され得る搬送波を使用する。例えば、“Steganographic system”なる名称の下で1998年12月15日にRhoadsに発行された米国特許第5,850,481号、又は、“Methods For Generating An Improved Carrier For Use In An Image Data Embedding Application”なる名称の下でHonsinger他によって1997年4月28日に出版された米国特許出願第08/848,112号に開示される技法を参照する。Rhoadsによって説明される技法では、夫々が1ビットのデータを表わす複数の搬送波が使用される。Honsingerによって説明される技法では、単一の搬送波とデータビットのパターンが畳み込まれる。これら技法のいずれかを使用して画像中に埋め込まれた個々のビットは、中間処理段階のMTFを発生させ、実質的にMTFの逆である最適鮮明化フィルタを設計するために本発明によって取り出され使用される。

【0018】本発明のデルタ関数埋め込み段階は、画像捕捉時にデルタ関数を埋め込むためにデジタルカメラ中で使用され得る。考えられる一つの適用法は、宇宙で衛星搭載カメラによって捕捉される画像にデルタ関数を埋め込むことである。選択的に、埋め込み段階は、パーソナルコンピュータ中のデジタル画像処理プログラム又は捕捉後にデジタル画像を受信する他のデジタル画像処理装置において実施され得る。全ての場合において、方法は、コンピュータプログラムによって実行され得、コンピュータによって読み取り可能な記憶媒体に記憶され得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】中間処理及び鮮明化の幾つかの段階を実施することができるデジタル画像システムを示すブロック図である。

【図2】本発明の段階を示すフローチャートである。

*【図3】本発明の動作を説明するのに便利な、埋め込まれたデルタ関数でタイルを張られた画像を示す図である。

【図4】本発明の動作を説明するのに便利な、図3中の画像の任意の域からのデルタ関数の取り出しを示す図である。

【図5】取り出されたデルタ関数からMTFを得る段階を示すフローチャートである。

【図6】域のエッジを平滑化するためにデルタ関数を含む域に適用される立上げ関数を示す図である。

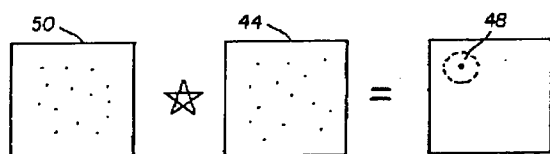
【図7】フーリエ振幅を示す図である。

【図8】逆フーリエ振幅を示す図である。

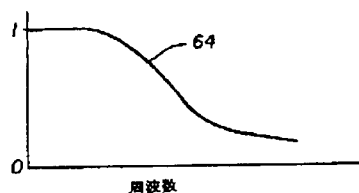
【符号の説明】

- 10 写真対象物
- 12 カメラ
- 14、18 パーソナルコンピュータ
- 16 ワールド・ワイド・ウェブ
- 20 インクジェット印刷物
- 22 インクジェットプリンタ
- 24 ラボ業者
- 26 スキャナ
- 28 画像処理コンピュータ
- 30 デジタル写真プリンタ
- 32 デルタ関数埋め込み段階
- 34 中間処理段階
- 36 デルタ関数引き出し段階
- 38 MTF推定段階
- 40 鮮明化フィルタの発生段階
- 42 画像に対する鮮明化フィルタの適用段階
- 44 128×128搬送波ブロック
- 46 デジタル画像
- 48 デルタ関数
- 50 画像からの任意の128×128ブロック
- 52 デルタ関数を囲む域選択段階
- 54 域のエッジの平滑化段階
- 56 フーリエ振幅の計算段階
- 58 立上げ関数
- 60 デルタ関数を含む域
- 62 デルタ関数を含む平滑化された域
- 64 典型的なフーリエ振幅のプロット
- 66 逆フーリエ振幅のプロット

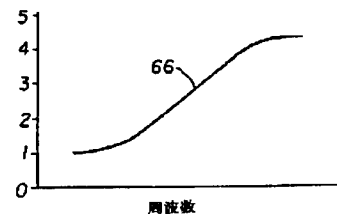
【図4】



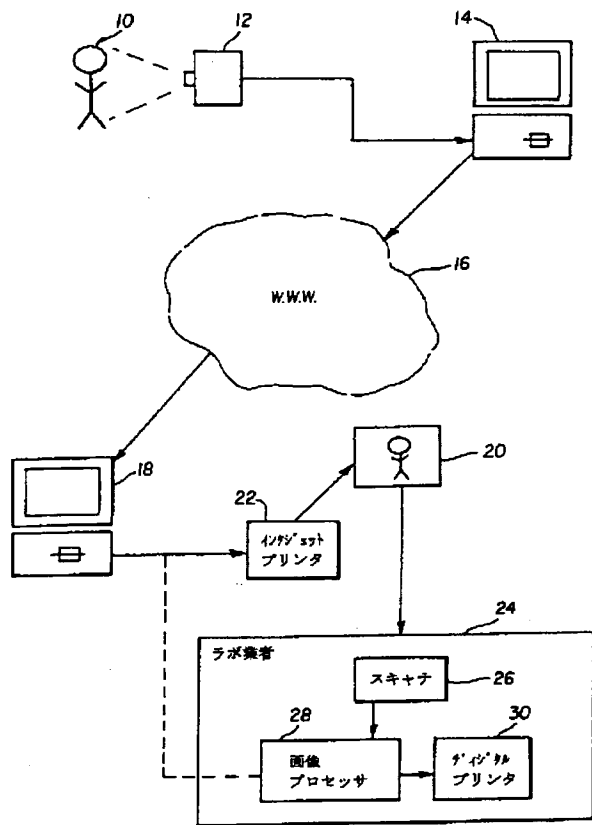
【図7】



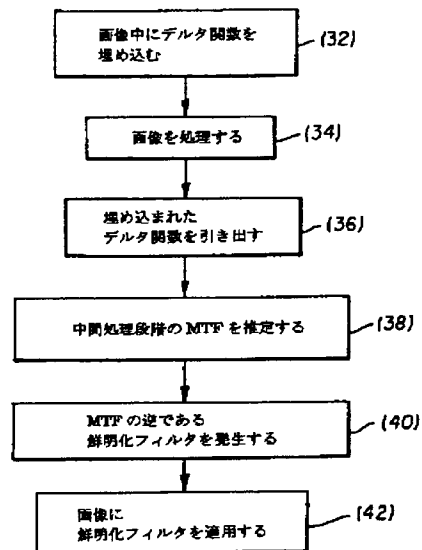
【図8】



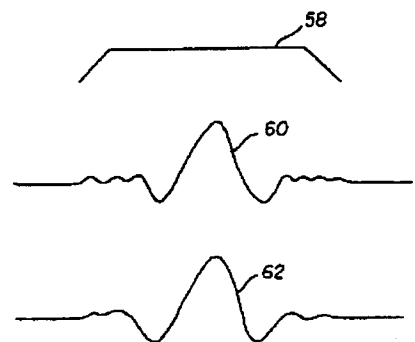
【図1】



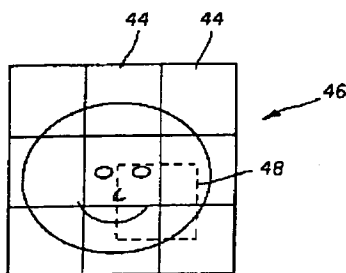
【図2】



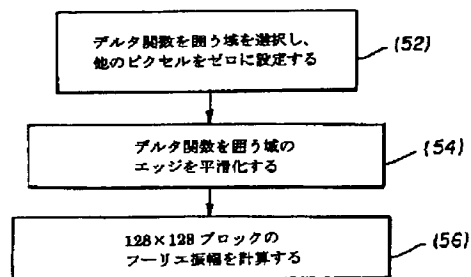
【図6】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)